

PRARENCANA PABRIK
TUGAS AKHIR PRARENCANA PABRIK
SUPERKAPASITOR DARI ECENG GONDOK
KAPASITAS PRODUKSI 300.000
SUPERKAPASITOR/TAHUN



Diajukan oleh:

Hendry Kurniawan NRP: 5203012002
Ezekiel Lauwrent Budi Utomo NRP: 5203012019

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2016

LEMBAR PENGESAHAN

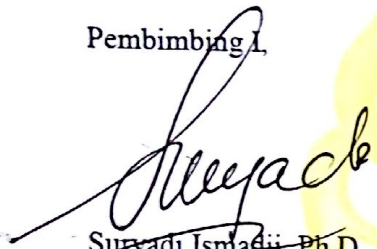
Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Hendry Kurniawan

NRP : 5203012002

telah diselenggarakan pada tanggal 13 Januari 2016, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Pembimbing I,



Surjadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198

Surabaya, 19 Januari 2016

Pembimbing II,



Felvcia Edi S., Ph.D

NIK. 521.99.0391

Dewan Penguji

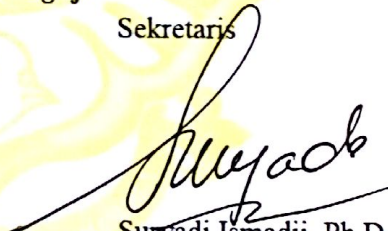
Ketua



Dr. Ir. Suratno L, MS

NIK. 521.87.0127

Sekretaris



Surjadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT

NIK. 521.89.0151

Anggota



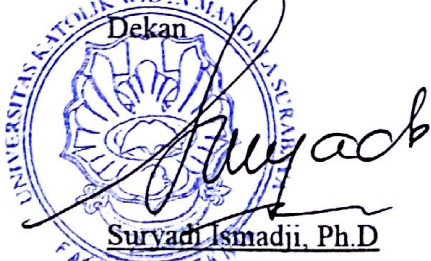
Aning Avucitra, ST., MEngSc

NIK. 521.03.0563

Mengetahui

Fakultas Teknik

Dekan



Surjadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia

Ketua



Wenny Irawaty, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Ezekiel Lauwrent Budi Utomo

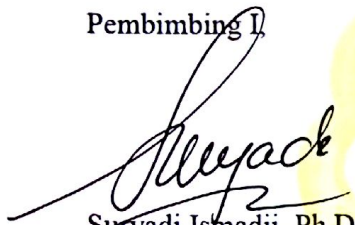
NRP : 52030120019

telah diselenggarakan pada tanggal 13 Januari 2016, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 19 Januari 2016

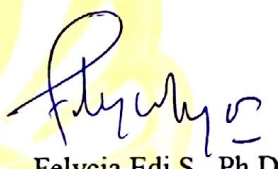
Pembimbing I,

Pembimbing II,



Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198



Felycia Edi S., Ph.D

NIK. 521.99.0391

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris



Dr. Ir. Suratno L, MS

NIK. 521.87.0127



Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198

Anggota

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT

NIK. 521.89.0151



Aning Ayucitra, ST., MEngSc

NIK. 521.03.0563

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan

Jurusan Teknik Kimia
Ketua



Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198



Wenny Irawaty, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya :

Nama/NRP : Hendry Kurniawan / 5203012002
Ezekiel Lauwrent B.U / 5203012019

Menyetujui Tugas Akhir saya :

**PRARENCANA PABRIK SUPERKAPASITOR DARI ECENG GONDOK KAPASITAS PRODUKSI 300.000
SUPERKAPASITOR/TAHUN**

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Widya Mandala Surabaya)
untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.



Hendry Kurniawan
NRP. 5203012002

Surabaya, 19 Januari 2016
Yang menyatakan,



Ezekiel Lauwrent B.U
NRP. 5203012019

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 19 Januari 2016

Mahasiswa yang bersangkutan,



Hendry Kurniawan

NRP. 5203012002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 19 Januari 2016

Mahasiswa yang bersangkutan,



Ezekiel Lauwrent Budi Utomo

NRP. 5203012019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Prarencana Pabrik Superkapasitor dari Eceng Gondok.

Prarencana pabrik ini merupakan salah satu tugas yang harus diselesaikan guna memenuhi persyaratan yang harus ditempuh dalam kurikulum pendidikan tingkat Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan prarencana pabrik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Suryadi Ismadji, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Wenny Irawati, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang senantiasa memotivasi mahasiswa untuk menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini tepat waktu.
3. Suryadi Ismadji, Ph.D. dan Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
4. Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T., dan Aning Ayucitra, ST, M.Eng.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberi masukan yang berharga dalam pembuatan laporan prarencana pabrik ini.
5. Orang tua, keluarga dan orang-orang terdekat yang tak henti-hentinya selalu mendukung dan memberi semangat dan doa.
6. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, khususnya angkatan 2012.
7. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung turut memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan prarencana pabrik ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, sehingga penyusun menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini. Akhirnya, penyusun berharap supaya laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, 19 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
INTISARI	xi
BAB I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-4
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar	I-5
BAB II. URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES	II-1
II.1. Proses Pembuatan Superkapasitor dari Eceng Gondok	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-4
II.3. Uraian Proses	II-6
BAB III. NERACA MASSA	III-1
BAB IV. NERACA PANAS	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI PERALATAN	V-1
BAB VI. LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI DAN SAFETY	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-3
VI.3. Tata Letak Alat Proses	VI-5
VI.4. Instrumentasi	VI-6
VI.5. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-7
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VII-1
VII.1. Utilitas	VII-1
VII.2. Pengolahan Limbah	VII-51
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN	VIII-1
BAB IX. STRATEGI PEMASARAN	IX-1
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI	X-1
X.1. Struktur Umum	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan	X-1
X.3. Bentuk Organisasi	X-2
X.4. Jadwal Kerja	X-2
X.5. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab	X-3
X.6. Kesejahteraan Karyawan	X-7
BAB XI. ANALISA EKONOMI	XI-1
XI.1. Penentuan Modal / <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-4
XI.4. Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROR)	XI-8
XI.5. Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE)	XI-9

XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (POT)	XI-11
XI.7.	Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-12
XI.8.	Analisa Sensitivitas	XI-12
BAB XII.	DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII-1
XII.1.	Diskusi	XII-1
XII.2.	Kesimpulan.....	XII-3
DAFTAR PUSTAKA		DP-1
APPENDIX A.	PERHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
APPENDIX B.	PERHITUNGAN NERACA PANAS	B-1
APPENDIX A.	PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	C-1
APPENDIX A.	PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Superkapasitor	I-2
Gambar I.2. Eceng Gondok	I-3
Gambar II.1. Diagram Proses Pembuatan Superkapasitor Dari Eceng Gondok.....	II-9
Gambar VI.1. Tata Letak Pabrik.....	VI-4
Gambar VI.2. Tata Letak Alat Proses pada Lantai 1	VI-5
Gambar VI.3. Tata Letak Alat Proses pada Lantai 2	VI-6
Gambar VII.1. <i>Flowsheet</i> Unit Pengolahan Air	VII-4
Gambar VIII.1. Gambar Superkapasitor	VIII-1
Gambar VIII.2. Gambar Kemasan Produk Tampak Depan.....	VIII-3
Gambar VIII.3. Label Data Produk Pada Kemasan.....	VIII-4
Gambar VIII.4. Gambar Kemasan Produk Tampak Belakang	VIII-4

DAFTAR TABEL

Table I.1. Sifat Fisika Etil Asetat.....	I-3
Table I.2. Sifat Fisika Asam Sulfat.....	I-4
Table I.3. Sifat Fisika Nikel Foam.....	I-4
Table I.4. Karakteristik Superkapasitor dan Lithium-ion	I-5
Table I.5. Penyebaran Pertumbuhan Eceng Gondok	I-5
Table VI.1. Daftar Nama Area Lokasi Pabrik	VI-4
Table VII.1. Keterangan Alat Pada <i>Flowsheet</i> Pengolahan Air	VII-4
Table VII.2. Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Proses	VII-41
Table VII.3. Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas	VII-42
Table VII.4. Kebutuhan Listrik.....	VII-43
Table VII.5. Jenis Lampu dan Jumlah Lampu yang Digunakan	VII-44
Table X.1. Jumlah Karyawan	X-7
Table XI.1. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-2
Table XI.2. Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-3
Table XI.3. <i>Cashflow</i>	XI-6
Table XI.4. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) sebelum pajak.....	XI-8
Table XI.5. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) sesudah pajak	XI-9
Table XI.6. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) sebelum pajak	XI-10
Table XI.7. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) sesudah pajak	XI-10
Table XI.8. POT sebelum pajak.....	XI-11
Table XI.9. POT sesudah pajak	XI-11
Table XI.10. Penentuan BEP	XI-12
Table XI.11. Hubungan kenaikan persentase harga bahan baku terhadap BEP, ROR, ROE dan POT	XI-13

INTISARI

Energi adalah salah satu hal terpenting yang menjadi perhatian di seluruh dunia saat ini. Sejauh ini sumber energi terbesar berasal dari minyak bumi. Keterseediaan minyak bumi di dunia semakin menipis, selain itu penggunaan minyak bumi sebagai sumber energi menimbulkan masalah yang cukup mengkhawatirkan yaitu polusi udara. Oleh sebab itu diperlukan energi alternatif terbarukan yang dapat menekan populasi udara. Salah satu alternatif tersebut adalah penggunaan alat penyimpanan energi seperti *fuel cells*, lithium-ion batteries, dan superkapasitor.

Superkapasitor memiliki keunggulan yaitu *energy density* yang besar jika dibandingkan dengan penyimpanan elektrokimia lainnya. Selain itu, superkapasitor memiliki *life time* yang lebih lama dan waktu pengisian yang lebih singkat (Riyanto, 2015). Bahan utama dalam pembuatan superkapasitor adalah material karbon seperti aktif karbon atau *carbon microsphere*. Bahan ini dipilih karena memiliki pori dan permukaan yang luas.

Eceng gondok dipilih karena memiliki selulosa dan hemiselulosa yang tinggi sehingga berpotensi untuk pembuatan *carbon microsphere*. Penggunaan eceng gondok sebagai bahan baku dalam pembuatan superkapasitor merupakan langkah pemanfaatan limbah yang dapat menambah nilainya. Eceng gondok dapat tumbuh dengan subur di Indonesia.

Proses produksi superkapasitor diawali dengan proses delignifikasi serbuk eceng gondok dengan cara direndam dengan larutan etil asetat dan katalis asam sulfat dengan perbandingan massa 1:1:0,005 pada suhu 30°C selama 1 jam. Serbuk eceng gondok yang telah mengalami proses delignifikasi selanjutnya akan di hidrolisis dengan air pada suhu 160°C dan pada tekanan 40 bar selama 6 jam dengan perbandingan massa 1:1 di reaktor *Subcritical Water Hydrolysis*. Setelah proses hidrolisis, *hydrolysate* akan di karbonisasi dengan suhu 240°C dan pada tekanan 50 bar selama 1 jam di reaktor *subcritical water carbonization*.

Karbon yang sudah terbentuk selanjutnya akan di aktivasi dengan gas CO₂ dan dipanaskan pada suhu 600°C selama 1 jam di reaktor pirolisis. Karbon aktif tersebut selanjutnya dicampurkan dengan PTFE dan karbon hitam dengan persentase 80% , 10% dan 10% di tangki *mixing*. Pasta elektroda karbon yang sudah terbentuk selanjutnya akan di lapiskan pada plat busa nikel dengan cara dipress sampai 150 Mpa. Plat elektroda karbon dan polypropylene membran kemudian di susun dalam box aluminium. Larutan KOH dan terminal koneksi dimasukan kedalam box aluminium yang telah berisi susunan elektroda karbon dan polypropylene membrane. Kemudian box aluminium akan ditutup dan dikemas.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik superkapasitor ini adalah limbah cair, padat dan gas. Limbah cair yang dihasilkan bersifat basa sehingga perlu dinetralkan dengan kalsium hidroksida. Selain itu juga dihasilkan limbah padat yang berupa ampas eceng gondok. Ampas ini tidak berbahaya sehingga dapat langsung dibuang ke tempat pembuangan akhir. Untuk limbah gas dapat langsung dibuang ke udara karena tidak berbahaya bagi lingkungan.

Ringkasan dari Prarencana Pabrik Superkapasitor dari eceng gondok didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Superkapasitor

Status Perusahaan : Swasta
 Kapasitas Produksi : 300.000 buah superkapasitor/tahun
 Hari Kerja Efektif : 300 hari/tahun
 Sistem Operasi : Batch
 Masa Konstruksi : 2 tahun
 Waktu Mulai Beroperasi : Tahun 2018
 Bahan Baku :
 • Eceng Gondok = 209.400 kg/tahun
 • Nitrogen = 3.726 kg/tahun
 • Karbon Dioksida = 3.524,4 kg/tahun
 • Etil Asetat = 8.140,5 kg/tahun
 • Asam Sulfat = 904,5 kg/tahun
 • KOH = 3.240 kg/tahun
 • Black karbon = 5.400 kg/tahun
 • PTFE = 5.400 kg/tahun
 • Polypropylene = 2.700.000 buah/tahun
 • Box alumunium = 300.000 buah/tahun
 • Plat Busa Nikel = 3.000.000 buah/tahun
 • Packaging = 300.000 buah/tahun
 Utilitas :
 • Air = 7.413,6 m³/hari
 • Zeolit = 202,16 kg/tahun
 • Kalsium Oksida = 504 kg/tahun
 • Natrium Klorida = 237,269 kg/tahun
 • Solar = 18.075 L / tahun
 • Listrik terpasang = 249,905 kW
 • Udara = 3.879.495 kg/tahun
 Produk :
 • Superkapasitor = 300.000 buah superkapasitor/tahun
 Jumlah Tenaga Kerja : 79 orang
 Lokasi Pabrik : Kawasan industri Wijaya Kusuma Semarang, Jawa Tengah
 Luas Pabrik : 5408 m²
 Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan:
Fixed Capital Investment (FCI) : Rp 70.216.403.308,00
Working capital investment (WCI) : Rp 7.416.568.818,00
Total Production Cost (TPC) : Rp 47.239.070.063,00
 Penjualan per tahun : Rp 87.570.000.000,00
 Metode *Discounted Cash Flow*
Rate of Equity sebelum pajak : 62,57 %
Rate of Equity sesudah pajak : 49,52 %
Rate of Return sebelum pajak : 43,82%
Rate of Return sesudah pajak : 34,58%
Pay Out Time sebelum pajak : 2 tahun 9 bulan
Pay Out Time sesudah pajak : 3 tahun 4 bulan
Break Even Point (BEP) : 43,91%